

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0002755
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 01월 15일
Date of Application JAN 15, 2003

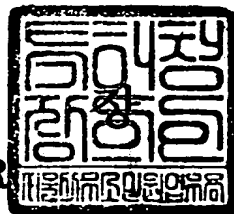
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 05 월 30 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0020
【제출일자】	2003.01.15
【국제특허분류】	H04L
【발명의 명칭】	위상 및 이득 부정합 보상 기능을 가지는 직접 변환 방식의 무선신호 수신 장치
【발명의 영문명칭】	Direct conversion receiver for calibrating phase and gain mismatch
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	정상빈
【대리인코드】	9-1998-000541-1
【포괄위임등록번호】	1999-009617-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김영진
【성명의 영문표기】	KIM,Young Jin
【주민등록번호】	720506-1779522
【우편번호】	449-908
【주소】	경기도 용인시 기흥읍 영덕리 13번지 두진@ 104-1806
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 정상빈 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 24 면 24,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 27 항 973,000 원

【합계】 1,026,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

위상 및 이득 부정합 보상 기능을 가지는 직접 변환 방식의 무선신호 수신 장치(Direct Conversion Receiver, DCR)가 개시된다. 본 발명에 따른 DCR은 RF 신호를 차동 신호로 변환하는 트랜스포머, 차동 신호를 수신하여 정위상 차동 신호와 직교위상 차동 신호를 발생하는 다위상 필터, 정위상 차동신호를 제1 국부 발진 신호 및 제2 국부 발진 신호와 각각 믹싱하고 저역통과필터링하는 정위상 믹서부, 상기 직교위상 차동 신호를 상기 제1 국부 발진 신호 및 제3 국부 발진 신호와 각각 믹싱하고 저역통과필터링하는 직교위상 믹서부를 구비한다. 또한 정위상 믹서부 및 직교위상 믹서부의 출력 신호들로부터 다위상 필터의 위상 부정합/이득 부정합 또는 정위상 믹서부 및 직교위상 믹서부의 위상 부정합/이득 부정합을 추정하는 부정합 추정부를 구비한다. 부정합 추정부의 출력이 최소가 되도록 다위상 필터의 위상 부정합/이득 부정합 또는 정위상 믹서부와 직교위상 믹서부의 위상 부정합/이득 부정합이 조절된다. 본 발명에 의하면, DCR의 위상 부정합 및 이득 부정합이 제거되거나 최소화된다.

【대표도】

도 1

【명세서】**【발명의 명칭】**

위상 및 이득 부정합 보상 기능을 가지는 직접 변환 방식의 무선신호 수신 장치
{Direct conversion receiver for calibrating phase and gain mismatch}

【도면의 간단한 설명】

본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 직접 변환 방식의 무선 신호 수신기(DCR)를 나타내는 블록도이다.

도 2는 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 DCR에서의 위상 부정합 추정 및 보상 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 DCR에서의 이득 부정합 추정 및 보상 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 도 1에 도시된 부정합 추정부를 좀 더 구체적으로 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 DCR로서 위상 및 이득 부정합 추정시의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 6은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 DCR로서 RF 신호 수신시의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 7은 통상의 DCR을 나타내는 도면이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <9> 본 발명은 무선 주파수(RF) 신호 수신기에 관한 것으로, 특히, 직접 변환 방식의 RF 신호 수신기에 관한 것이다.
- <10> 직접 변환(direct-conversion) 방식이란 무선 주파수대역의 신호를 국부 발진 신호와 한 번 믹싱(mixing)함으로써, 기저 대역(baseband)으로 하향 변환(down-conversion)하는 방식이다. 즉, 무선 주파수대역을 중간주파수(IF) 대역으로 변환한 후 다시 기저대역(baseband)으로 변환하는 것이 아니라, 무선 주파수 대역에서 바로 기저대역으로 변환하는 것이다. 일반적으로 전자를 헤테로다인(heterodyne) 방식이라 하고, 후자를 직접변환 방식이라 한다.
- <11> 도 7은 통상의 직접변환 무선 신호 수신기를 나타내는 도면이다. 통상의 직접변환 무선 신호 수신기(direct conversion receiver, 이하 DCR이라 함)는 RF 신호를 수신하여 저잡음 증폭기(110)에서 RF 신호를 증폭하고 트랜스포머(120)에서 증폭된 RF 신호를 차동 신호로 변환한다. 차동 신호는 다위상 필터(130)에서 정위상 차동 신호(I_{WR})와 직교위상 차동 신호(Q_{WR})로 변환되어, 다운 컨버전 믹서부(710)로 입력된다. 믹서부(710)는 정위상 차동 신호(I_{WR})를 제1 및 제2 국부 발진 신호(OS1, OS2)와 믹싱하는 제1 및 제2 믹서(711, 712), 직교위상 차동 신호(Q_{WR})를 제1 및 제2 국부 발진 신호(OS1, OS2)와 믹싱하는 제3 및 제4 믹서(713, 714), 그리고 각 믹서들(711~714)의 출력을 저역통과필터링하는 필터들(721~724)로 구성된다. 여기서, 제2 국부 발진 신호(OS2)는

제1 국부 발진 신호(OS1)와 동일한 발진 주파수를 가지되 90도의 위상차를 가지는 발진 신호이다.

<12> 감산기는 제1 믹서의 출력 신호(II)에서 제4 믹서의 출력 신호(QQ)를 감산하여 I-경로 신호(I_PATH)를 출력하고, 가산기는 제2 믹서의 출력 신호(IQ)와 제3 믹서의 출력 신호(QI)를 가산하여 Q-경로 신호(Q_PATH)를 출력한다. I-경로 신호 및 Q-경로 신호(I_PATH, Q_PATH)는 RF 신호에서 기저대역신호로 변환된 신호이다.

<13> 도 7과 같은 구성을 가지는 DCR은 통상적으로 위상 및 이득 부정합을 가진다. DCR에서의 위상 및 이득 부정합은 다위상 필터(130) 및 믹서부(710)에서 발생된다. 즉, 다위상 필터(130)에서 출력되는 정위상 차동 신호(I_{WRF})와 직교위상 차동 신호(Q_{WRF})가 정확하게 90도 위상차를 가지고 이득이 동일한 것이 이상적이지만, 실제로 그렇지 못하다. 또한, 믹서들(711~714)에 제공되는 제1 및 제2 국부 발진 신호(OS1, OS2)가 정확하게 90도 위상차를 가지며, 믹서들(711~714)의 출력 신호들의 이득이 동일한 것이 이상적이지만, 실제로는 제1 및 제2 국부 발진 신호(OS1, OS2)의 위상차가 90° 로서 위상 부정합이 발생되고 믹서들의 출력 신호들간에도 이득 부정합이 발생된다.

<14> 상기와 같이 DCR에서 위상 및 이득 부정합이 발생하면, 이로 인하여 수신된 신호의 에러율이 높아지거나 신호 충실도가 낮아지는 등의 문제점이 발생된다. 따라서, 신호의 왜곡을 방지하여 원하는 신호를 얻기 위해서는 DCR의 위상 및 이득에 있어서의 부정합 정도를 찾아서 이를 보상하는 것이 중요하다.

<15> 그런데, 종래에는 국부 발진 신호를 발생하는 국부 발진기 자체에서 위상 부정합을 해결하려고 노력하였다. 즉, 위상 부정합없는 국부 발진 신호를 발생하는데 노력을 많이

기울여 왔다. 그러나, 종래 기술에 따른 방법으로는 국부 발진기의 구현이 어려워지거나 구현 비용이 증가할 뿐만 아니라, 부정합을 완전히 제거하는데는 한계가 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<16> 따라서 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 위상 및 이득 부정합을 추정하여 이를 보상함으로써, 변환된 신호의 왜곡을 최소화하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신기(Direct Conversion Receiver, DCR)를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<17> 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일면에 따른 DCR은 RF 신호를 차동 신호로 변환하는 트랜스포머; 상기 차동 신호를 수신하여 정위상 차동 신호와 직교위상 차동신호를 발생하는 다위상 필터; 상기 정위상 차동신호를 제1 국부 발진 신호 및 제2 국부 발진신호와 각각 믹싱하고 저역통과필터링하는 정위상 믹서부; 상기 직교위상 차동신호를 상기 제1 국부 발진 신호 및 제3 국부 발진 신호와 각각 믹싱하고 저역통과필터링하는 직교위상 믹서부; 및 상기 정위상 믹서부 및 상기 직교위상 믹서부의 출력 신호들로부터 다위상 필터의 위상 부정합 또는 상기 정위상 믹서부 및 상기 직교위상 믹서부의 위상 부정합을 추정하는 부정합 추정부를 구비하며, 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 상기 다위상 필터의 위상 부정합 또는 상기 정위상 믹서부 및 상기 직교위상 믹서부의 위상 부정합이 조절되는 것을 특징으로 한다.

<18> 바람직하기로는, 상기 정위상 믹서부 및 상기 직교위상 믹서부의 위상 부정합이 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 가변된다. 또한 바람직하기로는, 상기 정위상 믹서부는 상기 정위상 차동 신호를 상기 제1 국부 발진 신호와 믹싱하는 제1 믹서; 및

상기 정위상 차동 신호를 상기 제2 국부 발진 신호와 믹싱하는 제2 믹서를 포함하고, 상기 직교위상 믹서부는 상기 직교위상 차동 신호를 상기 제1 국부 발진 신호와 믹싱하는 제3 믹서; 및 상기 직교위상 차동 신호를 상기 제3 국부 발진 신호와 믹싱하는 제4 믹서를 포함하며, 상기 제2 국부 발진 신호는 상기 제1 국부 발진 신호에 비하여 90도 보다 제1 가변 위상 만큼 큰 위상차를 가지고, 상기 제3 국부 발진 신호는 상기 제1 국부 발진 신호에 비해 90도 보다 제2 가변 위상 만큼 적은 위상차를 가진다.

<19> 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 일면에 따른 DCR은 RF 신호를 차동 신호로 변환하는 트랜스포머; 상기 차동 신호를 수신하여 정위상 차동 신호와 직교 위상 차동신호를 발생하는 다위상 필터; 상기 정위상 차동신호를 제1 국부 발진 신호 및 제2 국부 발진신호와 각각 믹싱하고 저역통과필터링하는 정위상 믹서부; 상기 직교위상 차동 신호를 상기 제1 국부 발진 신호 및 상기 제2 국부 발진 신호와 각각 믹싱하고 저역통과필터링하는 직교위상 믹서부; 및 상기 정위상 믹서부 및 상기 직교위상 믹서부의 출력 신호들로부터 다위상 필터의 이득 부정합 또는 상기 정위상 믹서부와 상기 직교위상 믹서부 간의 이득 부정합을 추정하는 부정합 추정부를 구비하며, 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 상기 다위상 필터의 이득 부정합 또는 상기 정위상 믹서부와 상기 직교위상 믹서부 간의 이득 부정합이 조절되는 것을 특징으로 한다.

<20> 바람직하기로는, 상기 정위상 믹서부와 상기 직교위상 믹서부 간의 이득 부정합이 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 가변된다.

<21> 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 일면에 따른 DCR은 RF 신호를 차동 신호로 변환하는 트랜스포머; 상기 차동 신호를 수신하여 정위상 차동 신호와 직교위상 차동신호를 발생하는 다위상 필터; 상기 정위상 차동 신호와 상기 직교위상 차

동 신호를 가산하여 차동 가산 신호를 발생하는 차동 신호 가산기; 상기 정위상 차동 신호에서 상기 직교위상 차동 신호를 감하여 차동 감산 신호를 발생하는 차동 신호 감산기; 상기 차동 가산 신호를 제1 국부 발진 신호와 믹싱하고 상기 차동 감산 신호를 제2 국부 발진 신호와 믹싱하는 믹서부; 및 상기 믹서부의 출력 신호들로부터 다위상 필터의 위상 부정합 또는 상기 믹서부의 위상 부정합을 추정하는 부정합 추정부를 구비하며, 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 상기 다위상 필터의 위상 부정합 또는 상기 믹서부의 위상 부정합이 조절되는 것을 특징으로 한다.

<22> 바람직하기로는, 상기 믹서부는 상기 차동 가산 신호를 상기 제1 국부 발진 신호와 믹싱하는 제1 믹서; 및 상기 차동 감산 신호를 상기 제2 국부 발진 신호와 믹싱하는 제2 믹서를 포함한다.

<23> 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 일면에 따른 DCR은 RF 신호를 차동 신호로 변환하는 트랜스포머; 상기 차동 신호를 수신하여 정위상 차동 신호와 직교위상 차동신호를 발생하는 다위상 필터; 상기 정위상 차동 신호와 상기 직교위상 차동 신호를 가산하여 차동 가산 신호를 발생하는 차동 신호 가산기; 상기 정위상 차동 신호에서 상기 직교위상 차동 신호를 감하여 차동 감산 신호를 발생하는 차동 신호 감산기; 상기 차동 가산 신호를 제1 국부 발진 신호와 믹싱하고 상기 차동 감산 신호를 제2 국부 발진 신호와 믹싱하는 믹서부; 및 상기 믹서부의 출력 신호들로부터 다위상 필터의 이득 부정합 또는 상기 믹서부의 이득 부정합을 추정하는 부정합 추정부를 구비하며, 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 상기 다위상 필터의 이득 부정합 또는 상기 믹서부의 이득 부정합이 조절되는 것을 특징으로 한다.

- <24> 바람직하기로는, 상기 믹서부는 상기 차동 가산 신호를 상기 제1 국부 발진 신호와 믹싱하는 제1 믹서; 및 상기 차동 감산 신호를 상기 제2 국부 발진 신호와 믹싱하는 제2 믹서를 포함한다.
- <25> 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- <26> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- <27> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 DCR을 나타내는 블록도이다.
- <28> 이를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 DCR은 저잡음 증폭기(low noise amplifier)(110), 트랜스포머(transformer)(120), 다위상 필터(poly-phase filter)(130), 믹서부(140), 감산기(181), 가산기(182) 및 부정합 추정부(190)를 구비한다.
- <29> 저잡음 증폭기(110)는 RF 신호를 수신하여 이를 증폭한다. 트랜스포머(120)는 증폭된 RF 신호를 0도 및 180도의 차동 신호(differential signal)로 변환한다.
- <30> 다위상 필터(130)는 0도 및 180도의 차동 신호를 입력으로 수신하여, 0, 90, 180, 270도의 위상을 가지는 신호들을 출력한다. 다위상 필터(130)의 90도 및 270도 입력으로는 각각 0도 및 180도 신호가 입력된다. 즉, 다위상 필터(130)는 0도 및 180도의 차동 신호를 수신하여, 정위상(0도 및 180)의 차동 신호(I_{WRF})와 직교위상(90도 및 270도)의 차동 신호(Q_{WRF})를 출력한다.

- <31> 믹서부(140)는 정위상 믹서(141,142), 직교위상 믹서(143,144), 국부 발진기(151), 90도 위상 쉬프터(152), 가변 위상 쉬프터(153,154), 가변 이득 조절기(161,162) 및 저역통과필터들(171~174)을 포함한다. 본 실시예에서는, 설명의 편의상, 국부 발진기(151), 90도 위상 쉬프터(152), 가변 위상 쉬프터(153,154), 가변 이득 조절기(161,162) 및 저역통과필터들(171~174)이 믹서부(140)에 포함되는 것으로 기술된다.
- <32> 정위상 믹서(141,142)는 다위상 필터(130)로부터 출력되는 정위상의 차동 신호(I_{WRF})를 수신하여, 이들을 각각 제1 및 제2 국부 발진 신호(OS1, OS2)와 믹싱하는 제1 및 제2 믹서(141, 142)를 포함한다.
- <33> 제1 및 제2 국부 발진 신호(OS1, OS2)는 소정의 발진 주파수(W_{L0})를 가지는 발진 신호이다. 다위상 필터(130)에서 위상 부정합이 없다면, 제1 및 제2 국부 발진 신호(OS1, OS2)는 90도의 위상차를 가지는 것이 바람직하다. 그러나, 다위상 필터(130)에서 위상 부정합($\phi_{\epsilon 1}$)이 발생하기 때문에 본 실시예에서는, 다위상 필터(130)에서의 위상 부정합($\phi_{\epsilon 1}$)을 보상하기 위하여 제1 및 제2 국부 발진 신호(OS1, OS2)의 위상차를 $90+\phi_{\epsilon 2}$ 도로 한다. 여기서 $\phi_{\epsilon 2}$ 는 가변되는 값이다.
- <34> 국부 발진기(151)는 발진 주파수(W_{L0})를 가지는 제1 국부 발진 신호(OS1)를 발생한다. 제2 국부 발진 신호(OS2)는 제1 국부 발진 신호(OS1)에 비하여 $90+\phi_{\epsilon 2}$ 도의 위상차를 가진다. 상기와 같은 제2 국부 발진 신호(OS2)를 발생하기 위해 90도 위상 쉬프터(152)에 의하여 제1 국부 발진 신호(OS1)를 90도 위상 쉬프트한 다음 다시 가변 위상 쉬프터(153)에서 $\phi_{\epsilon 2}$ 도 위상 천이된다. 여기서, $\phi_{\epsilon 2}$ 는 부정합 추정부(190)에서의 출력에 의하여 가변된다.

- <35> 결국, 제1 믹서(411)는 정위상의 차동 신호(I_{WRF})를 제1 국부 발진 신호(OS1)와 믹싱하며, 제2 믹서(412)는 정위상의 차동 신호(I_{WRF})를 제2 국부 발진 신호(OS2)와 믹싱한다.
- <36> 직교위상 믹서(143,144)는 다위상 필터(130)로부터 출력되는 직교위상의 차동 신호(Q_{WRF})를 수신하여, 이들을 각각 제1 및 제3 국부 발진 신호(OS1, OS3)와 믹싱하는 제3 및 제4 믹서(143,144)를 포함한다. 구체적으로, 제3 믹서(143)는 직교위상의 차동 신호(Q_{WRF})를 제1 국부 발진 신호(OS1)와 믹싱하며, 제4 믹서(144)는 직교위상의 차동 신호(Q_{WRF})를 제3 국부 발진 신호(OS3)와 믹싱한다. 여기서, 제3 국부 발진 신호(OS3)는 제1 국부 발진 신호(OS1)에 비하여 $90-\phi_2$ 도의 위상차를 가지는 신호이다. 상기와 같은 제3 국부 발진 신호(OS3)를 발생하기 위해 90도 위상 쉬프터(152)에 의하여 제1 국부 발진 신호(OS1)를 90도 위상 천이한 다음 다시 가변 위상 쉬프터(154)에서 $-\phi_2$ 도 위상 천이된다.
- <37> 뒤에서 상세히 후술되겠지만, ϕ_2 는 다위상 필터(130)에서의 위상 부정합 (ϕ_{e1})을 보상하기 위한 것으로, ϕ_2 값은 부정합 추정부(190)의 위상 부정합 추정 결과에 응답하여 가변된다.
- <38> 제1 및 제2 믹서(141, 142)의 출력 신호는 고 대역 잡음을 제거하기 위해 각각 제1 및 제2 저역통과필터(171,172)를 거친다. 제3 및 제4 믹서(143,144)의 출력 신호는 가변 이득 조절기(161,162)를 각각 거친 다음, 고대역 잡음을 제거하기 위해 제3 및 제4 저역통과필터(173,174)를 거친다. 가변 이득 조절기(161,162)는 다위상 필터(130)에서의

이득 부정합을 보상하기 위한 것으로, 부정합 추정부(190)의 출력에 응답하여 그 이득이 조절된다. 이에 대해서는 뒤에서 상세히 기술된다.

<39> 감산기(181)는 제1 저역통과필터(171)의 출력 신호에서 제4 저역통과필터(174)의 출력 신호를 감산하여 I-경로 신호(I_PATH)를 출력한다. 가산기(182)는 제2 저역통과필터(172)의 출력 신호 및 제3 저역통과필터(173)의 출력 신호를 더하여 Q-경로 신호(Q_PATH)를 출력한다. I-경로 신호 및 Q-경로 신호(I_PATH, Q_PATH)는 RF 신호에서 기저대역신호로 변환된 신호이다.

<40> 부정합 추정부(190)는 I-경로 신호 및 P-경로 신호(I_PATH, Q_PATH)를 수신하여 위상 부정합 및 이득 부정합을 추정한다.

<41> 도 2는 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 DCR에서의 위상 부정합 추정 및 보상 과정을 설명하기 위한 도면이다.

<42> 먼저, 다위상 필터(130)에서의 위상 부정합($\phi_{\epsilon 1}$)으로 인해 다위상 필터에서 출력되는 차동 신호들(I_{WRf} , Q_{WRf})간에 $\phi_{\epsilon 1}$ 만큼의 위상차가 발생한다고 가정한다. 물론, 다위상 필터(130)의 위상 부정합($\phi_{\epsilon 1}$)은 부정합 추정부(190)를 통해 추정하기 전에는 알 수 없다. 다위상 필터(130)의 위상 부정합($\phi_{\epsilon 1}$)을 보상하여 DCR 전체의 위상 부정합을 최소화하기 위해 믹서부(140)의 위상 부정합($q\phi_{\epsilon 2}$)을 조정한다. 다시 말해서, 다위상 필터(130)에서 발생하는 위상 부정합($\phi_{\epsilon 1}$)이 어느 정도인지 알 수 없으나, 본 발명의 일 실시예에서는 다위상 필터의 위상 부정합($\phi_{\epsilon 1}$)을 추정하여 이를 보상함으로써 DCR 전체의 위상 부정합이 최소가 되도록 하는 수단을 제공한다.

- <43> 이를 위하여, 제1 믹서(141)에 제공되는 국부 발진 신호(OS1)와 제2 믹서(142)에 제공되는 국부 발진 신호(OS2)의 위상차가 $90+\phi_{\epsilon 2}$ 이 되도록 하는데, $\phi_{\epsilon 2}$ 는 부정합 추정부(190)의 출력에 따라 가변된다. 또한, 제3 믹서(143)에 제공되는 국부 발진 신호(OS1)와 제4 믹서(144)에 제공되는 국부 발진 신호(OS3)의 위상차가 $90-\phi_{\epsilon 2}$ 이 되도록 한다.
- <44> 또는 제1 믹서(141)에 제공되는 국부 발진 신호(OS1)와 제2 믹서(142)에 제공되는 국부 발진 신호(OS2)의 위상차를 $90-\phi_{\epsilon 2}$ 이 되도록 하고, 제3 믹서(143)에 제공되는 국부 발진 신호(OS1)와 제4 믹서(144)에 제공되는 국부 발진 신호(OS3)의 위상차를 $90+\phi_{\epsilon 2}$ 이 되도록 한다. 즉, 제1 믹서(141)와 제2 믹서(142)간의 위상 부정합과 제3 믹서(143)와 제4 믹서(144)간의 위상 부정합은 그 값은 같고 부호는 반대이다.
- <45> 믹서들(141과 142, 143과 144)간의 위상 부정합($\phi_{\epsilon 2}$)을 가변시키며, 부정합 추정부(190)의 출력이 최소가 되는 값을 찾는다. 부정합 추정부(190)의 출력이 최소가 되는 때의 믹서들(141과 142, 143과 144)간의 위상 부정합($\phi_{\epsilon 2}$)이 다위상 필터의 위상 부정합($\phi_{\epsilon 1}$)을 보상하는 값이 된다.
- <46> 본 발명의 일 실시예에서는 부정합 추정치(190)의 추정 결과에 따라 믹서부(140)에서의 위상 부정합($\phi_{\epsilon 2}$)을 조절함으로써, DCR 전체의 위상 부정합을 최소화 또는 제거한다. 즉, 다위상 필터(130)에서 발생하는 위상 부정합($\phi_{\epsilon 1}$)은 고정값으로 두고, 믹서부(140)의 위상 부정합($\phi_{\epsilon 2}$)을 가변하여 DCR 전체의 위상 부정합이 최소가 되는 값을 추정하는 것이다.

<47> 그러나, 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예와 달리, 믹서부(140)에서 발생하는 위상 부정합($\phi_{\epsilon 2}$)을 고정시킨채 다위상 필터(130)의 위상 부정합($\phi_{\epsilon 1}$)을 가변하여 DCR 전체의 위상 부정합을 최소화할 수도 있다.

<48> 도 3은 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 DCR에서의 이득 부정합 추정 및 보상 과정을 설명하기 위한 도면이다.

<49> 다위상 필터(130)에서의 이득 부정합(ΔA_1)으로 인해 다위상 필터에서 출력되는 차동 신호들(I_{WRF} , Q_{WRF})간에 ΔA_1 만큼의 이득차가 발생한다고 가정한다. 여기서는, 정 위상 차동 신호(I_{WRF})의 이득이 직교위상 차동 신호(Q_{WRF})의 이득보다 ΔA_1 만큼 크다고 가정한다. 물론, 다위상 필터(130)의 이득 부정합(ΔA_1)은 부정합 추정부(190)를 통해 추정하기 전에는 알 수 없다.

<50> 다위상 필터(130)의 이득 부정합(ΔA_1)의 추정은 믹서부(140)의 이득 부정합(ΔA_2)을 가변하여 부정합 추정부(190)의 출력이 최소가 되는 믹서부(140)의 이득 부정합(ΔA_2)을 찾음으로써 이루어진다. 다시 말해서, 다위상 필터(130)에서 발생하는 이득 부정합(ΔA_1)이 어느 정도인지 알 수 없으나, 본 발명의 일 실시예에서는 다위상 필터의 이득 부정합(ΔA_1)을 추정하여 이를 보상함으로써 DCR 전체의 이득 부정합이 최소가 되도록 하는 수단을 제공한다.

<51> 이를 위하여, 제3 믹서(143)의 출력단과 제4 믹서(144)의 출력단에 가변 이득 조절기(161, 162)를 두어, 제3 및 제4 믹서(144)의 출력 신호들의 이득이 제1 및 제2 믹서(142)의 출력 신호들의 이득보다 ΔA_2 만큼 높도록 한다. 가변 이득 조절기(161, 162)는 가변 증폭기나 가변 감쇄기로 구현될 수 있다. 본 실시예에서는 가변 이득 조절기(161,

162)는 제3 믹서(143) 및 제4 믹서(144)의 출력단에 위치하고 있지만, 제3 믹서(143) 및 제4 믹서(144)의 입력단에 위치할 수도 있고, 제1 믹서(141) 및 제2 믹서(142)의 입력단 또는 출력단에 위치할 수도 있다. 즉, 정위상 차동 신호(I_{WRF})의 경로와 직교위상 차동 신호(Q_{WRF}) 경로 간의 이득 부정합이 ΔA_2 가 되도록, 가변 이득 조절기(161, 162)가 정위상 차동 신호(I_{WRF})의 경로 및/또는 직교위상 차동 신호(Q_{WRF}) 경로 상에 위치하면 된다. 정위상 차동 신호(I_{WRF})의 경로란 다위상 필터(130)의 출력단으로부터 제1 믹서(141) 및 제2 믹서(142)를 통하여 가산기(182) 및 감산기(181)까지의 경로를 말하며, 직교위상 차동 신호(Q_{WRF}) 경로란 다위상 필터(130)의 출력단으로부터 제3 믹서(143) 및 제4 믹서(144)를 통하여 가산기(182) 및 감산기(181)까지의 경로를 말한다.

<52> 결국, 믹서부(140)에서의 이득 부정합, 즉 정위상 차동 신호(I_{WRF})의 경로와 직교 위상 차동 신호(Q_{WRF}) 경로 간의 이득 부정합(ΔA_2)을 가변시키며, 부정합 추정부(190)의 출력이 최소가 되는 값을 찾는다. 부정합 추정부(190)의 출력이 최소가 되는 때의 믹서부(140)의 이득 부정합(ΔA_2)이 다위상 필터의 이득 부정합(ΔA_1)을 보상하는 값이 된다.

<53> 본 발명의 일 실시예에서는 부정합 추정치(190)의 추정 결과에 따라 믹서부(140)에서의 이득 부정합(ΔA_2)을 조절함으로써, DCR 전체의 위상 부정합을 최소화 또는 제거한다. 즉, 다위상 필터(130)에서 발생하는 이득 부정합(ΔA_1)은 고정값으로 두고, 믹서부(140)의 이득 부정합(ΔA_2)을 가변하여 DCR 전체의 위상 부정합이 최소가 되는 값을 추정하는 것이다.

<54> 그러나, 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예와 달리, 믹서부(140)에서 발생하는 이득 부정합(ΔA_2)을 고정시킨채 다위상 필터(130)의 이득 부정합(ΔA_1)을 가변하여 DCR 전체의 이득 부정합을 최소화할 수도 있다.

<55> 상기와 같은 과정을 통하여 DCR 전체의 이득 부정합 및 위상 부정합이 최소화되는 원리를 설명하기 위하여 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 DCR에 RF 수신 신호로서 소정의 주파수(W_{RF})를 가지는 cosine 신호를 입력한다고 가정한다. 그러면, 제1 내지 제4 저역통과필터(171~174)로부터 출력되는 각 신호(II, IQ, QI, QQ)는 다음의 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{aligned} II(t) &= (1 + \Delta A_1) \cos(\Delta \omega t) / 4 \\ IQ(t) &= (1 + \Delta A_1) \sin(\Delta \omega t + \phi_{\epsilon 2}) / 4 \\ QI(t) &= -(1 + \Delta A_2) \sin(\Delta \omega t + \phi_{\epsilon 1}) / 4 \\ QQ(t) &= (1 + \Delta A_2) \cos(\Delta \omega t + \phi_{\epsilon 1} - \phi_{\epsilon 2}) / 4 \end{aligned}$$

【수학적 식 1】

<57> 상술한 바와 같이, ΔA_1 은 다위상 필터(130)에서의 이득 부정합을 의미하며, $\phi_{\epsilon 1}$ 는 다위상 필터(130)에서의 위상 부정합을 의미한다. ΔA_2 는 믹서부(140)의 이득 부정합으로서, 다위상 필터에서의 이득 부정합(ΔA_1)을 보상하기 위해 조절되는 값이다. 그리고, $\phi_{\epsilon 2}$ 는 믹서부(140)의 위상 부정합으로서, 다위상 필터(130)에서의 위상 부정합($\phi_{\epsilon 1}$)을 보상하기 위해 조절되는 값이다.

<58> I-경로 신호(I_PATH)는 제1 저역통과필터의 출력 신호(II)에서 제4 저역통과필터의 출력 신호(QQ)를 감하여 얻을 수 있으므로, 수학적 식 2와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned}
<59> \quad & (II-QQ)(t) \\
& = \frac{1}{4} [(1+\Delta A_1)\cos(\Delta\omega t) - (1+\Delta A_2)\cos(\Delta\omega t + \varphi_{e1} - \varphi_{e2})] \\
& = \frac{1}{4} [(1+\Delta A_1) - (1+\Delta A_2)\cos(\varphi_{e1} - \varphi_{e2})]\cos(\Delta\omega t) \\
& \quad - \frac{1}{4} [(1+\Delta A_2)\sin(\varphi_{e1} - \varphi_{e2})]\sin(\Delta\omega t)
\end{aligned}$$

【수학식 2】

<60> Q-경로 신호는 제2 저역통과필터의 출력 신호(IQ)과 제3 저역통과필터의 출력 신호(QI)를 가산하여 얻을 수 있으므로, 수학식 3과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned}
<61> \quad & (IQ+QI)(t) \\
& = \frac{1}{4} [(1+\Delta A_1)\sin(\Delta\omega t + \varphi_{e2}) - (1+\Delta A_2)\sin(\Delta\omega t + \varphi_{e1})] \\
& = \frac{1}{4} [(1+\Delta A_1)\cos(\varphi_{e2}) - (1+\Delta A_2)\cos(\varphi_{e1})]\sin(\Delta\omega t) \\
& \quad + \frac{1}{4} [(1+\Delta A_1)\sin(\varphi_{e2}) - (1+\Delta A_2)\sin(\varphi_{e1})]\cos(\Delta\omega t)
\end{aligned}$$

【수학식 3】

<62> 부정합 추정부(190)는 I-경로 신호(II-QQ) 및 Q-경로 신호(IQ+QI)를 각각 제공해서, 제공된 두 신호를 가산한다.

<63> 도 4는 도 1에 도시된 부정합 추정부(190)를 좀 더 구체적으로 나타내는 도면이다. 이를 참조하면, 부정합 추정부(190)는 I-경로 신호(II-QQ) 및 Q-경로 신호(IQ+QI)를 각각 제공하기 위한 제공승 연산기(191, 192), 가산기(193) 및 저역통과필터(194)를 포함한다. 부정합 추정부(190)는 I-경로 신호(II-QQ) 및 Q-경로 신호(IQ+QI)를 각각 제공해서, 제공된 두 신호를 가산하며, 가산된 신호를 저역 통과 필터링하여 부정합 추정치로서 출력한다. 부정합 추정부(190)의 출력은 다위상 필터(130)나 믹서부(140)에서의 위상/이득 부정합을 조절하기 위해 다위상 필터(130)나 믹서부(140)로 피드백된다.

<64> 다음 수학식 4와 같이, 다위상 필터(130)의 이득 부정합(ΔA_1), 믹서부(140)의 위

상 부정합(ΔA_2), 이 둘간의 차이($\Delta A_1 - \Delta A_2$) 및 다위상 필터(130)의 위상 부정합과 믹서부(140)의 위상 부정합간의 차이($\phi_{\epsilon 1} - \phi_{\epsilon 2}$)가 1보다 매우 작다고 가정한다. 수학식 4의 조건을 수학식 2, 3에 적용하면 수학식 2 및 3은 수학식 5와 같이 간단한 식으로 표현된다.

<65> **【수학식 4】** $\Delta A_1, \Delta A_2, (\Delta A_1 - \Delta A_2) \ll 1, \sin(\phi_{\epsilon 1} - \phi_{\epsilon 2}) \approx \phi_{\epsilon 1} - \phi_{\epsilon 2}, \cos(\phi_{\epsilon 1} - \phi_{\epsilon 2}) \approx 1$

<66>
$$(I - QQ)(t) \approx \frac{1}{4} [(\Delta A_1 - \Delta A_2) \cos(\Delta \omega t) + (\phi_{\epsilon 1} - \phi_{\epsilon 2}) \sin(\Delta \omega t)]$$

【수학식 5】
$$(IQ + QI)(t) \approx \frac{1}{4} [(\Delta A_1 - \Delta A_2) \sin(\Delta \omega t) - (\phi_{\epsilon 1} - \phi_{\epsilon 2}) \cos(\Delta \omega t)]$$

<67> 수학식 5를 이용하면, I-경로 신호 및 Q-경로 신호를 각각 제공하여 가산한 값은 수학식 6과 같이 표현된다.

<68> **【수학식 6】**
$$(I - QQ)^2 + (IQ + QI)^2 = \frac{1}{16} [(\Delta A_1 - \Delta A_2)^2 + (\phi_{\epsilon 1} - \phi_{\epsilon 2})^2]$$

<69> 수학식 6으로부터 I-경로 신호(I_PATH) 및 Q-경로 신호(Q_PATH)를 각각 제공하여 가산한 값을 최소화하는 부정합 추정치 변수는 오직 한 쌍만이 존재하고, 각 변수는 상호 독립적으로 구해질 수 있음을 알 수 있다. 즉, 수학식 6에서 각각의 제공승 텀이 최소화될 때 전체값이 최소화되며, 또한 각 변수, 즉 이득 부정합과 위상 부정합이 상호 독립적이므로, 하나의 제공승 텀을 고정시켜 두고 다른 제공승을 가변시킴으로써, 각각의 변수를 구할 수 있다. 따라서, 계산량이 획기적으로 줄어든다.

<70> 도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 DCR을 나타내는 블록도이다. 도 5에 도시된 DCR은 위상 및 이득 부정합을 추정하여 보상할 때, 즉 위상 및 이득 부정합을 캘리브레이션(calibration)하기 위한 구성이다.

- <71> 이를 참조하면, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 DCR은 저잡음 증폭기(low noise amplifier)(110), 트랜스포머(transformer)(120), 다위상 필터(poly-phase filter)(130), 가산기(511), 감산기(512), 믹서부(520) 및 부정합 추정부(550)를 구비한다.
- <72> 저잡음 증폭기(110), 트랜스포머(120) 및 다위상 필터(130)는 도 1과 관련하여 설명한 바와 동일하므로, 여기서 상세한 설명은 생략된다.
- <73> 가산기(511)는 다위상 필터(130)로부터 출력되는 정위상 차동 신호(I_{WR})와 직교 위상 차동 신호(Q_{WR})를 가산하여 출력한다. 그리고, 감산기(512)는 정위상 차동 신호(I_{WR})에서 직교 위상 차동 신호(Q_{WR})를 감산하여 출력한다.
- <74> 믹서부(520)는 제1 믹서(521), 제2 믹서(522), 국부 발진기(531), 90도 위상 쉬프터(532), 가변 위상 쉬프터(533), 가변 이득 조절기(523) 및 저역통과필터들(541, 542)을 포함한다. 본 실시예에서는, 설명의 편의상, 국부 발진기(531), 90도 위상 쉬프터(532), 가변 위상 쉬프터(533), 가변 이득 조절기(523) 및 저역통과필터들(541, 542)이 믹서부(520)에 포함되는 것으로 기술된다.
- <75> 제1 믹서(521)는 정위상 차동 신호(I_{WR})와 직교 위상 차동 신호(Q_{WR})를 가산한 신호(AS)를 수신하여, 이 신호(AS)를 제1 국부 발진 신호(OS1)와 믹싱한다. 제2 믹서(522)는 정위상 차동 신호(I_{WR})에서 직교 위상 차동 신호(Q_{WR})를 감산한 신호(SS)를 수신하여, 이 신호(SS)를 제2 국부 발진 신호(OS2)와 믹싱한다.
- <76> 제1 및 제2 국부 발진 신호(OS1, OS2)는 소정의 발진 주파수(W_{L0})를 가지는 발진 신호이다. 국부 발진기(531)는 발진 주파수(W_{L0})를 가지는 제1 국부 발진 신호(OS1)를

발생한다. 제2 국부 발진 신호(OS2)는 제1 국부 발진 신호(OS1)에 비하여 $90+\phi_{e2}$ 도의 위상차를 가진다. 상기와 같은 제2 국부 발진 신호(OS2)를 발생하기 위해 90도 위상 쉬프트터(152)에 의하여 제1 국부 발진 신호(OS1)를 90도 위상 쉬프트한 다음 다시 가변 위상 쉬프트터(153)에서 ϕ_{e2} 도 위상 천이된다. ϕ_{e2} 는 다위상 필터(130)에서의 위상 부정합(ϕ_{e1})을 보상하기 위한 것으로, ϕ_{e2} 값은 부정합 추정부(550)의 출력에 응답하여 가변된다.

<77> 제1 믹서(521)의 출력 신호는 고 대역 잡음을 제거하기 위해 제1 저역통과필터(541)를 거친다. 제2 믹서(522)의 출력 신호는 가변 이득 조절기(523)를 거친 다음, 고 대역 잡음을 제거하기 위해 제2 저역통과필터(542)를 거친다. 가변 이득 조절기(523)는 다위상 필터(130)에서의 이득 부정합을 보상하기 위한 것으로, 부정합 추정부(550)에서의 출력에 응답하여 그 이득이 조절된다.

<78> 부정합 추정부(550)는 제1 및 제2 저역 통과필터의 출력 신호들(I_PATH, Q_PATH)을 수신하여 위상 부정합 및 이득 부정합을 추정한다.

<79> 부정합 추정부(550)는 가산기들(551, 552), 제3 및 제4 믹서(561, 562), 제곱승 연산기들(571, 572) 및 저역 통과필터(553)를 포함한다. 가산기(551)는 제1 및 제2 저역 통과필터의 출력 신호들(I_PATH', Q_PATH')을 가산한다.

<80> 제3 믹서(561) 및 제4 믹서(562)는 가산기(551)의 출력 신호를 각각 소정의 국부 발진 신호(OS4, OS5)와 믹싱한다. 여기서, 제3 믹서(561)로 입력되는 국부 발진 신호(OS4)와 제4 믹서(562)로 입력되는 국부 발진 신호(OS5)는 동일한 발진주파수를 가지고, 90도의 위상차를 가지는 신호이다. 제3 믹서(561) 및 제4 믹서(562)는 가산기(551)의 출

력 신호를 90도 위상차가 나도록 하는 역할을 한다. 따라서, 제3 믹서(561) 및 제4 믹서(562) 대신 위상 쉬프터가 사용될 수 있다. 즉, 하나의 제곱승 연산기(571)로는 가산기(551)의 출력 신호를 직접 입력하고, 다른 제곱승 연산기(572)로는 가산기(551)의 출력 신호를 90도 위상 쉬프터한 다음 입력할 수도 있다.

<81> 제곱승 연산기(571, 572)는 각각 제3 믹서(561) 및 제4 믹서(562)의 출력 신호들을 제곱승한다. 가산기(552)는 제곱승 연산기들(571, 572)의 출력 신호들을 가산한다. 가산기(552)의 출력 신호는 저역 통과 필터(553)를 통하여 부정합 추정치로서 출력한다. 부정합 추정치는 다위상 필터(130)나 믹서부(520)에서의 위상/이득 부정합을 조절하기 위해 다위상 필터(130)나 믹서부(520)로 피드백된다.

<82> 상기 도 5에 도시된 바와 같이 구성함으로써, 부정합 추정부(550)의 출력은 수학식 6과 같다. 따라서, 부정합 추정부(550)의 출력을 최소화하는 이득 부정합/위상 부정합을 추정하는 과정은 본 발명의 일 실시예에서의 이득 부정합/위상 부정합 추정 과정과 유사하다.

<83> 먼저, 도 5에 도시된 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 DCR에서의 위상 부정합 추정 및 보상 과정을 설명하면 다음과 같다.

<84> 다위상 필터(130)에서의 위상 부정합 ($\phi_{\epsilon 1}$)으로 인해 다위상 필터에서 출력되는 차동 신호들(I_{WRf} , Q_{WRf})간에 $\phi_{\epsilon 1}$ 만큼의 위상차가 발생한다고 가정한다. 다위상 필터(130)의 위상 부정합 ($\phi_{\epsilon 1}$)은 고정된 값으로서, 이를 보상하기 위하여 DCR 전체의 위상 부정합을 최소화하기 위해 믹서부(520)의 위상 부정합 ($\phi_{\epsilon 2}$)을 조정한다.

- <85> 이를 위하여, 제1 믹서(521)에 제공되는 국부 발진 신호(OS1)와 제2 믹서(522)에 제공되는 국부 발진 신호(OS2)의 위상차가 $90^\circ + \phi_{e2}$ 이 되도록 하는데, ϕ_{e2} 는 부정합 추정부(550)의 결과에 따라 가변된다.
- <86> 믹서들(521, 522)간의 위상 부정합(ϕ_{e2})을 가변시키며, 부정합 추정부(550)의 출력이 최소가 되는 값을 찾는다. 부정합 추정부(550)의 출력이 최소가 되는 때의 믹서들((521, 522))간의 위상 부정합(ϕ_{e2})이 다위상 필터의 위상 부정합(ϕ_{e1})을 보상하는 값이 된다.
- <87> 본 발명의 다른 일 실시예에서도 부정합 추정부(550)의 추정 결과에 따라 믹서부(520)에서의 위상 부정합(ϕ_{e2})을 조절함으로써, DCR 전체의 위상 부정합을 최소화 또는 제거한다. 즉, 다위상 필터(130)에서 발생하는 위상 부정합(ϕ_{e1})은 고정값으로 두고, 믹서부(520)의 위상 부정합(ϕ_{e2})을 가변하여 DCR 전체의 위상 부정합이 최소가 되는 값을 추정하는 것이다.
- <88> 그러나, 도 5에 도시된 본 발명의 일 실시예와 달리, 믹서부(520)에서 발생하는 위상 부정합(ϕ_{e2})을 고정시킨채 다위상 필터(130)의 위상 부정합(ϕ_{e1})을 가변하여 DCR 전체의 위상 부정합을 최소화할 수도 있다.
- <89> 도 5에 도시된 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 DCR에서의 이득 부정합 추정 및 보상 과정을 설명하면 다음과 같다.
- <90> 다위상 필터(130)에서의 이득 부정합(ΔA_1)으로 인해 다위상 필터에서 출력되는 차동 신호들(I_{WRF} , Q_{WRF})간에 ΔA_1 만큼의 이득차가 발생한다고 가정한다. 여기서는, 정위상 차동 신호(I_{WRF})의 이득이 직교위상 차동 신호(Q_{WRF})의 이득보다 ΔA_1 만큼 크

다고 가정한다. 물론, 다위상 필터(130)의 이득 부정합(ΔA_1)은 부정합 추정부(190)를 통해 추정하기 전에는 알 수 없다.

<91> 다위상 필터(130)의 이득 부정합(ΔA_1)의 추정은 믹서부(520)의 이득 부정합(ΔA_2)을 가변하여 부정합 추정부(550)의 출력이 최소가 되는 믹서부(520)의 이득 부정합(ΔA_2)을 찾음으로써 이루어진다.

<92> 이를 위하여, 제2 믹서(522)의 출력단에 가변 이득 조절기(523)를 두어, 제2 믹서(522)의 출력 신호의 이득이 제1 믹서(521)의 출력 신호의 이득보다 ΔA_2 만큼 높도록 한다. 가변 이득 조절기(523)는 가변 증폭기나 가변 감쇄기로 구현될 수 있다. 본 실시예에서는 가변 이득 조절기(523)는 제2 믹서(522)의 출력단에 위치하고 있지만, 본 발명의 일 실시예에서 설명한 바와 같이, 달리 위치될 수 있다.

<93> 결국, 믹서부(520)에서의 이득 부정합(ΔA_2)을 가변시키며, 부정합 추정부(550)의 출력이 최소가 되는 값을 찾는다. 부정합 추정부(550)의 출력이 최소가 되는 때의 믹서부(140)의 이득 부정합(ΔA_2)이 다위상 필터의 이득 부정합(ΔA_1)을 보상하는 값이 된다.

<94> 본 발명의 일 실시예에서는 부정합 추정부(550)의 추정 결과에 따라 믹서부(520)에서의 이득 부정합(ΔA_2)을 조절함으로써, DCR 전체의 위상 부정합을 최소화 또는 제거한다. 즉, 다위상 필터(130)에서 발생하는 이득 부정합(ΔA_1)은 고정값으로 두고, 믹서부(520)의 이득 부정합(ΔA_2)을 가변하여 DCR 전체의 위상 부정합이 최소가 되는 값을 추정하는 것이다.

<95> 그러나, 도 5에 도시된 본 발명의 일 실시예와 달리, 믹서부(520)에서 발생하는 이득 부정합(ΔA_2)을 고정시킨채 다위상 필터(130)의 이득 부정합(ΔA_1)을 가변하여 DCR 전체의 이득 부정합을 최소화할 수도 있다.

<96> 도 5에 도시된 DCR의 구성은 DCR의 전체 이득 부정합 및 위상 부정합을 추정하여 보상하기 위한 구성이다. 도 5에 도시된 구성을 통하여 이득 부정합 및 위상 부정합을 추정하여 보상하고 난 후에는, 도 6에 도시된 구성의 DCR을 통하여 RF 신호의 기저대역으로 직접 변환된 신호(I_PATH, Q_PATH)를 얻는다.

<97> 실제 RF 신호 수신시의 DCR(도 6)은 위상/이득 부정합 추정시의 DCR(도 5)에 비하여 부정합 추정부(550), 가산기(511) 및 감산기(512)를 필요로 하지 않는다.

<98> 따라서, 다위상 필터(130)에서 출력되는 정위상 차동 신호(I_{WR})는 제1 믹서(521)와 제1 저역통과 필터(541)를 통하여 I 경로 신호(I_PATH)로 출력된다. 그리고, 다위상 필터(130)에서 출력되는 직교위상 차동 신호(Q_{WR})는 제2 믹서(522), 가변 이득 조절기(523) 및 제2 저역 통과 필터(542)를 거쳐 Q 경로 신호(Q_PATH)로 출력된다.

<99> 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

【발명의 효과】

<100> 본 발명에 의하면, DCR의 위상 부정합 및 이득 부정합이 제거되거나 최소화된다. 따라서, 본 발명의 DCR에 의해 변환된 신호의 왜곡이 최소화된다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

RF 신호를 차동 신호로 변환하는 트랜스포머;

상기 차동 신호를 수신하여 정위상 차동 신호와 직교위상 차동신호를 발생하는 다 위상 필터;

상기 정위상 차동신호를 제1 국부 발진 신호 및 제2 국부 발진신호와 각각 믹싱하고 저역통과필터링하는 정위상 믹서부;

상기 직교위상 차동 신호를 상기 제1 국부 발진 신호 및 제3 국부 발진 신호와 각각 믹싱하고 저역통과필터링하는 직교위상 믹서부; 및

상기 정위상 믹서부 및 상기 직교위상 믹서부의 출력 신호들로부터 다위상 필터의 위상 부정합 또는 상기 정위상 믹서부 및 상기 직교위상 믹서부의 위상 부정합을 추정하는 부정합 추정부를 구비하며,

상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 상기 다위상 필터의 위상 부정합 또는 상기 정위상 믹서부와 상기 직교위상 믹서부의 위상 부정합이 조절되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 정위상 믹서부 및 상기 직교위상 믹서부의 위상 부정합이 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 가변되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서,

상기 정위상 믹서부는 상기 정위상 차동 신호를 상기 제1 국부 발진 신호와 믹싱하는 제1 믹서; 및 상기 정위상 차동 신호를 상기 제2 국부 발진 신호와 믹싱하는 제2 믹서를 포함하고,

상기 직교위상 믹서부는 상기 직교위상 차동 신호를 상기 제1 국부 발진 신호와 믹싱하는 제3 믹서; 및 상기 직교위상 차동 신호를 상기 제3 국부 발진 신호와 믹싱하는 제4 믹서를 포함하며,

상기 제2 국부 발진 신호는 상기 제1 국부 발진 신호에 비하여 90도 보다 제1 가변 위상 만큼 큰 위상차를 가지고, 상기 제3 국부 발진 신호는 상기 제1 국부 발진 신호에 비해 90도 보다 제2 가변 위상 만큼 적은 위상차를 가지는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 4】

제 3 항에 있어서, 상기 제1 가변 위상과 상기 제2 가변 위상은

부호는 반대이고 절대값은 실질적으로 동일한 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 5】

제 3 항에 있어서,

상기 정위상 믹서부는 상기 제1 국부 발진 신호를 90도 위상 쉬프트하여 출력하는 90도 위상 쉬프터; 및 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 상기 90도 위상 쉬프

터의 출력 신호를 상기 제1 가변 위상만큼 쉬프트하여 상기 제2 국부 발진 신호를 발생하는 제1 가변 위상 쉬프터를 더 포함하고,

상기 직교위상 믹서부는 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 상기 90도 위상 쉬프터의 출력 신호를 상기 제2 가변 위상만큼 쉬프트하여 상기 제3 국부 발진 신호를 발생하는 제2 가변 위상 쉬프터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 6】

제 3 항에 있어서,

상기 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치는

상기 제1 믹서의 출력 신호에서 상기 제4 믹서의 출력 신호를 감하여 I-경로 신호를 발생하는 감산기; 및 상기 제2 믹서의 출력 신호와 상기 제3 믹서의 출력 신호를 가산하여 Q-경로 신호를 발생하는 가산기를 더 구비하며,

상기 부정합 추정부는

상기 I-경로 신호를 제공승한 신호와 상기 Q-경로 신호를 제공승한 신호를 가산한 신호가 최소값이 되도록 상기 제1 및 제2 가변 위상을 조절하는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 7】

제 6 항에 있어서, 상기 부정합 추정부는

상기 I-경로 신호를 제공승하는 제1 제공승 연산기;

상기 Q-경로 신호를 제공승하는 제2 제공승 연산기;

상기 제1 제곱승 연산기와 상기 제2 제곱승 연산기의 출력 신호를 가산하는 부정합 추정부 가산기; 및

상기 부정합 추정부 가산기의 출력 신호를 저역통과 필터링하여 출력하는 저역통과 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 8】

제 1 항에 있어서,

상기 다위상 필터의 위상 부정합이 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 가변되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 9】

RF 신호를 차동 신호로 변환하는 트랜스포머;

상기 차동 신호를 수신하여 정위상 차동 신호와 직교위상 차동신호를 발생하는 다위상 필터;

상기 정위상 차동신호를 제1 국부 발진 신호 및 제2 국부 발진신호와 각각 믹싱하고 저역통과필터링하는 정위상 믹서부;

상기 직교위상 차동 신호를 상기 제1 국부 발진 신호 및 상기 제2 국부 발진 신호와 각각 믹싱하고 저역통과필터링하는 직교위상 믹서부; 및

상기 정위상 믹서부 및 상기 직교위상 믹서부의 출력 신호들로부터 다위상 필터의 이득 부정합 또는 상기 정위상 믹서부와 상기 직교위상 믹서부 간의 이득 부정합을 추정하는 부정합 추정부를 구비하며,

상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 상기 다위상 필터의 이득 부정합 또는 상기 정위상 믹서부와 상기 직교위상 믹서부 간의 이득 부정합이 조절되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 10】

제 9 항에 있어서,

상기 정위상 믹서부와 상기 직교위상 믹서부 간의 이득 부정합이 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 가변되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 11】

제 10 항에 있어서,

상기 정위상 믹서부는 상기 정위상 차동 신호를 상기 제1 국부 발진 신호와 믹싱하는 제1 믹서; 및 상기 정위상 차동 신호를 상기 제1 국부 발진 신호에 비하여 90도 위상차이가 나는 상기 제2 국부 발진 신호와 믹싱하는 제2 믹서를 포함하고,

상기 직교위상 믹서부는 상기 정위상 차동 신호를 상기 제1 국부 발진 신호와 믹싱하는 제3 믹서; 및 상기 직교위상 차동 신호를 상기 제2 국부 발진 신호와 믹싱하는 제4 믹서를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 12】

제 11 항에 있어서, 상기 정위상 믹서부는

상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 제1 믹서와 제2 믹서의 입력 신호 또는 출력 신호의 이득을 가변하는 가변 이득 조절기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 13】

제 11 항에 있어서, 상기 직교위상 믹서부는

상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 제3 믹서와 제4 믹서의 입력 신호 또는 출력 신호의 이득을 가변하는 가변 이득 조절기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 14】

제 13 항에 있어서,

상기 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치는

상기 제1 믹서의 출력 신호에서 상기 제4 믹서의 출력 신호를 감하여 I-경로 신호를 발생하는 감산기; 및 상기 제2 믹서의 출력 신호와 상기 제3 믹서의 출력 신호를 가산하여 Q-경로 신호를 발생하는 가산기를 더 구비하며,

상기 부정합 추정부는

상기 I-경로 신호를 제공승한 신호와 상기 Q-경로 신호를 제공승한 신호를 가산한 신호가 최소값이 되도록 상기 가변 이득 조절기의 이득을 조절하는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 15】

제 9 항에 있어서,

상기 다위상 필터의 이득 부정합이 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 가변되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 16】

RF 신호를 차동 신호로 변환하는 트랜스포머;

상기 차동 신호를 수신하여 정위상 차동 신호와 직교위상 차동신호를 발생하는 다위상 필터;

상기 정위상 차동 신호와 상기 직교위상 차동 신호를 가산하여 차동 가산 신호를 발생하는 차동 신호 가산기;

상기 정위상 차동 신호에서 상기 직교위상 차동 신호를 감하여 차동 감산 신호를 발생하는 차동 신호 감산기;

상기 차동 가산 신호를 제1 국부 발진 신호와 믹싱하고 상기 차동 감산 신호를 제2 국부 발진 신호와 믹싱하는 믹서부; 및

상기 믹서부의 출력 신호들로부터 다위상 필터의 위상 부정합 또는 상기 믹서부의 위상 부정합을 추정하는 부정합 추정부를 구비하며,

상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 상기 다위상 필터의 위상 부정합 또는 상기 믹서부의 위상 부정합이 조절되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 17】

제 16 항에 있어서,

상기 믹서부는 상기 차동 가산 신호를 상기 제1 국부 발진 신호와 믹싱하는 제1 믹서; 및 상기 차동 감산 신호를 상기 제2 국부 발진 신호와 믹싱하는 제2 믹서를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 18】

제 17 항에 있어서,

상기 제2 국부 발진 신호는 상기 제1 국부 발진 신호에 비하여 90도 보다 믹서부 이득 부정합만큼 크거나 적은 위상차를 가지며,

상기 믹서부 위상 부정합이 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 가변되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 19】

제 17 항에 있어서,

상기 제2 국부 발진 신호는 상기 제1 국부 발진 신호에 비하여 90도 만큼의 위상차를 가지며,

상기 다위상 필터의 위상 부정합이 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 가변되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 20】

제 18 항 또는 제 19 항에 있어서,

상기 부정합 추정부는

상기 제1 믹서의 출력 신호와 상기 제2 믹서의 출력 신호를 가산한 신호를 제3 국부 발진 신호와 믹싱하는 제3 믹서;

상기 제1 믹서의 출력 신호와 상기 제2 믹서의 출력 신호를 가산한 신호를 제4 국부 발진 신호와 믹싱하는 제4 믹서;

상기 제3 믹서의 출력 신호와 상기 제4 믹서의 출력 신호를 각각 제공승하는 제공승 연산기들; 및

상기 제공승 연산기들의 출력 신호들을 가산하는 부정합 추정부 가산기를 포함하며,

상기 믹서부 위상 부정합 또는 상기 다위상 필터의 위상 부정합은 상기 부정합 추정부 가산기의 출력을 저역통과필터링한 값이 최소가 되도록 가변되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 21】

제 18 항 또는 제 19 항에 있어서,

상기 부정합 추정부는

상기 제1 믹서의 출력 신호와 상기 제2 믹서의 출력 신호를 가산한 신호를 90도 위상차이가 나는 제1 및 제2 출력 신호들로 만드는 위상 쉬프터;

상기 제1 출력 신호와 상기 제2 믹서의 출력 신호를 각각 제공승하는 제공승 연산기들; 및

상기 제공승 연산기들의 출력 신호들을 가산하는 부정합 추정부 가산기를 포함하며,

상기 믹서부 위상 부정합 또는 상기 다위상 필터의 위상 부정합은 상기 부정합 추정부 가산기의 출력을 저역통과필터링한 값이 최소가 되도록 가변되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 22】

RF 신호를 차동 신호로 변환하는 트랜스포머;

상기 차동 신호를 수신하여 정위상 차동 신호와 직교위상 차동신호를 발생하는 다 위상 필터;

상기 정위상 차동 신호와 상기 직교위상 차동 신호를 가산하여 차동 가산 신호를 발생하는 차동 신호 가산기;

상기 정위상 차동 신호에서 상기 직교위상 차동 신호를 감하여 차동 감산 신호를 발생하는 차동 신호 감산기;

상기 차동 가산 신호를 제1 국부 발진 신호와 믹싱하고 상기 차동 감산 신호를 제2 국부 발진 신호와 믹싱하는 믹서부; 및

상기 믹서부의 출력 신호들로부터 다위상 필터의 이득 부정합 또는 상기 믹서부의 이득 부정합을 추정하는 부정합 추정부를 구비하며,

상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 상기 다위상 필터의 이득 부정합 또는 상기 믹서부의 이득 부정합이 조절되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 23】

제 22 항에 있어서, 상기 믹서부는

상기 차동 가산 신호를 상기 제1 국부 발진 신호와 믹싱하는 제1 믹서; 및 상기 차동 감산 신호를 상기 제2 국부 발진 신호와 믹싱하는 제2 믹서를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 24】

제 23 항에 있어서, 상기 믹서부는

상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 제1 믹서의 출력 신호 및/또는 제2 믹서의 출력 신호의 이득을 가변하는 가변 이득 조절기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 25】

제 23 항에 있어서,

상기 다위상 필터의 이득 부정합이 상기 부정합 추정부의 출력 신호에 응답하여 가변되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 26】

제 24 항 또는 제 25 항에 있어서,

상기 부정합 추정부는

상기 제1 믹서의 출력 신호와 상기 제2 믹서의 출력 신호를 가산한 신호를 제3 국부 발진 신호와 믹싱하는 제3 믹서;

상기 제1 믹서의 출력 신호와 상기 제2 믹서의 출력 신호를 가산한 신호를 제4 국부 발진 신호와 믹싱하는 제4 믹서;

상기 제3 믹서의 출력 신호와 상기 제4 믹서의 출력 신호를 각각 제공승하는 제공승 연산기들; 및

상기 제공승 연산기들의 출력 신호들을 가산하는 부정합 추정부 가산기를 포함하며,

상기 가변 이득 조절기의 이득 또는 상기 다위상 필터의 이득 부정합은 상기 부정합 추정부 가산기의 출력을 저역통과필터링한 값이 최소가 되도록 가변되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【청구항 27】

제 24 항 또는 제 25 항에 있어서,

상기 부정합 추정부는

상기 제1 믹서의 출력 신호와 상기 제2 믹서의 출력 신호를 가산한 신호를 90도 위상차이가 나는 제1 및 제2 출력 신호들로 만드는 위상 쉬프터;

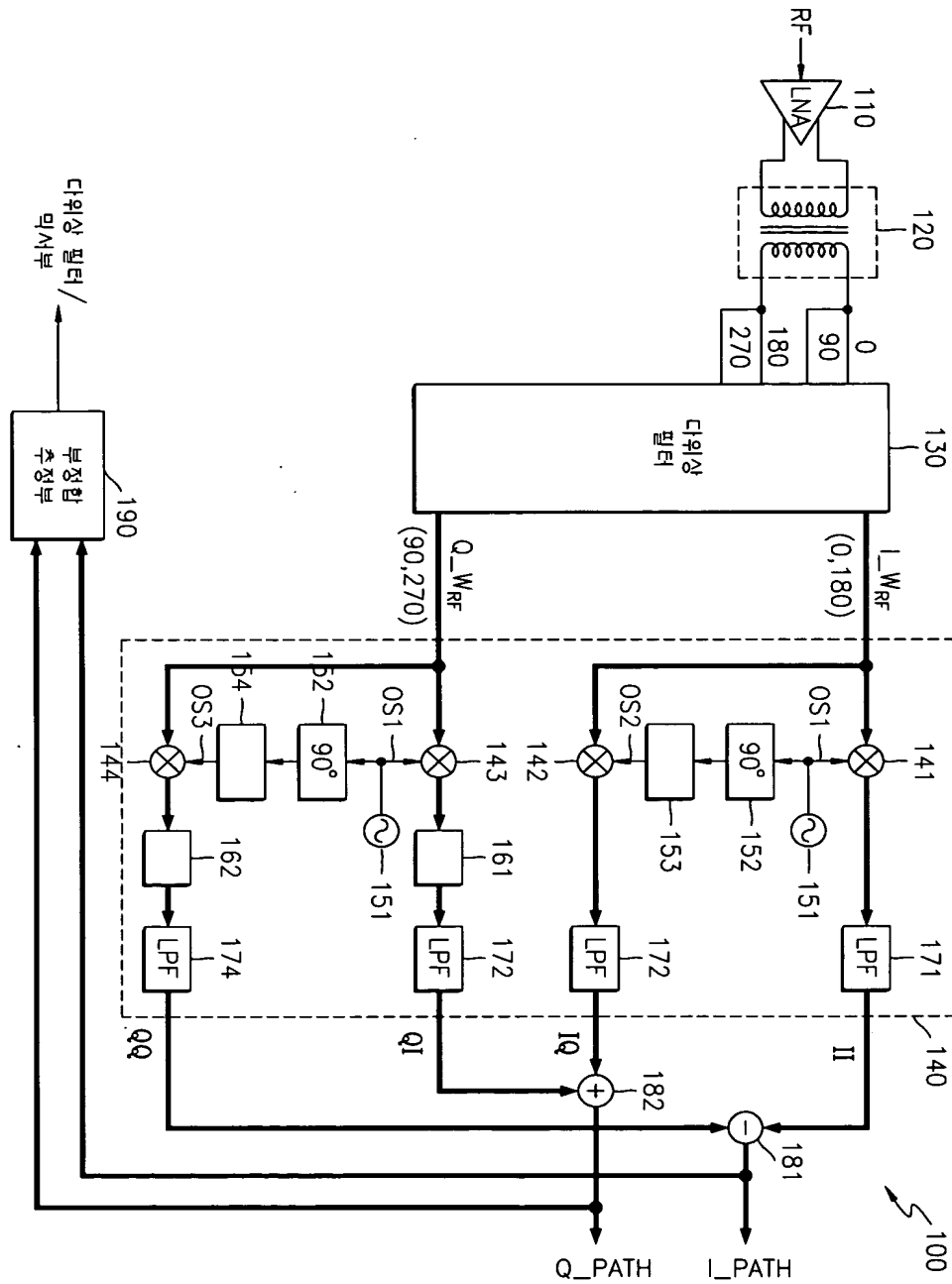
상기 제1 출력 신호와 상기 제2 믹서의 출력 신호를 각각 제공승하는 제공승 연산기들; 및

상기 제공승 연산기들의 출력 신호들을 가산하는 부정합 추정부 가산기를 포함하며,

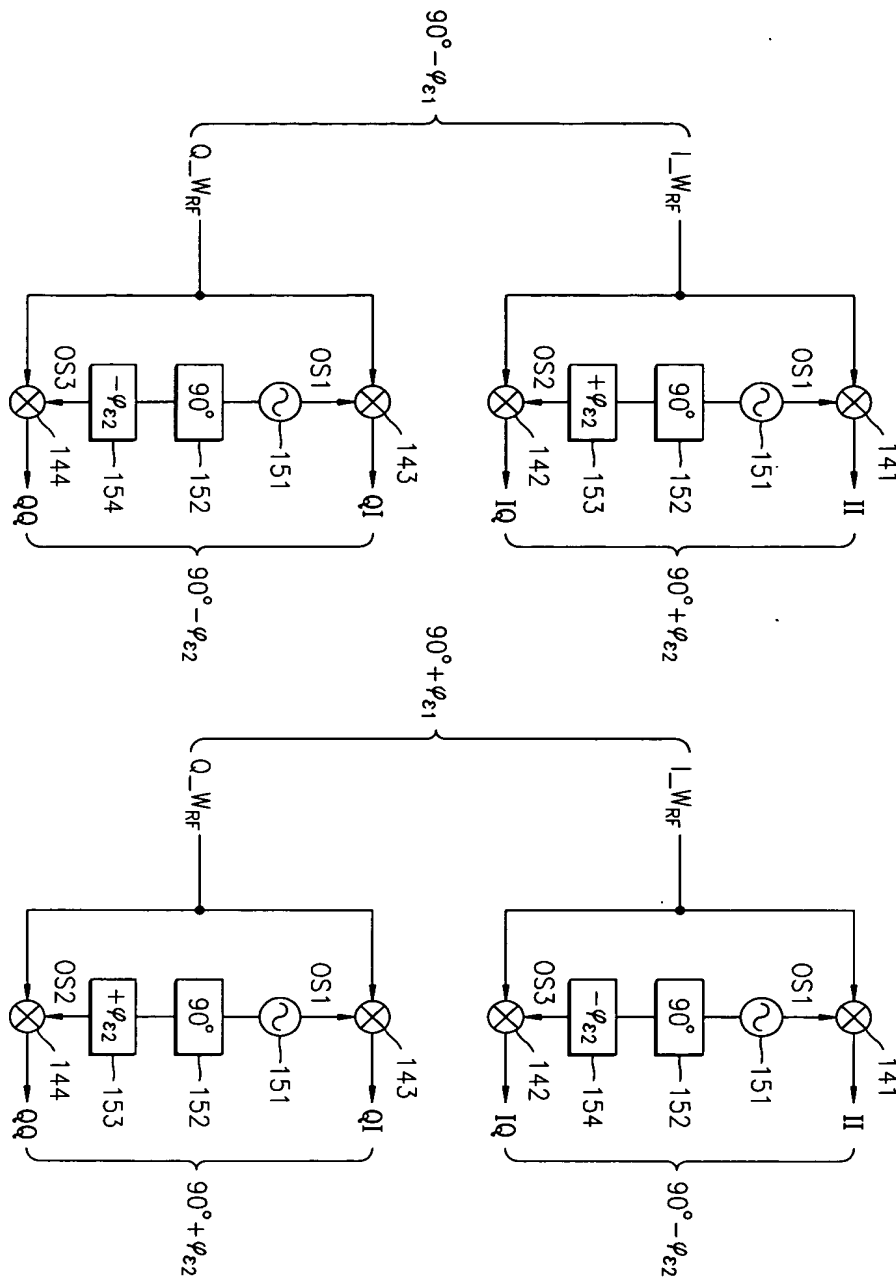
상기 가변 이득 조절기의 이득 또는 상기 다위상 필터의 이득 부정합은 상기 부정합 추정부 가산기의 출력을 저역통과필터링한 값이 최소가 되도록 가변되는 것을 특징으로 하는 직접변환 방식의 무선 신호 수신 장치.

【도면】

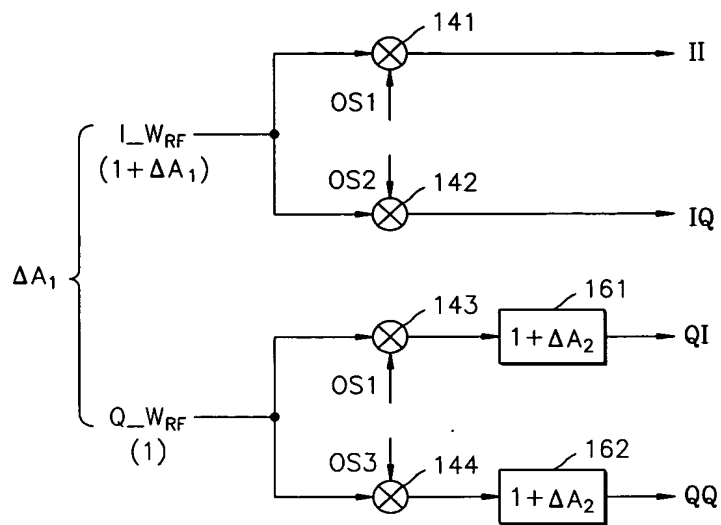
【도 1】



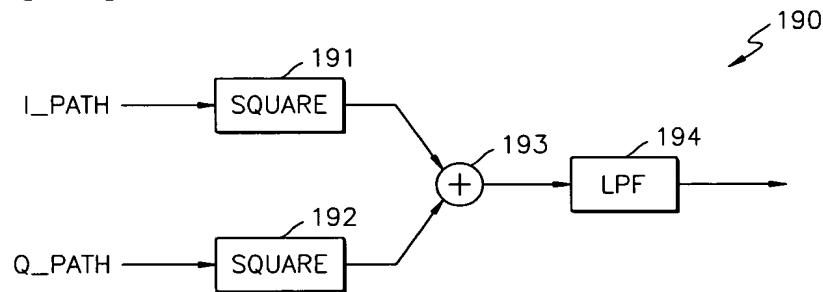
【도 2】



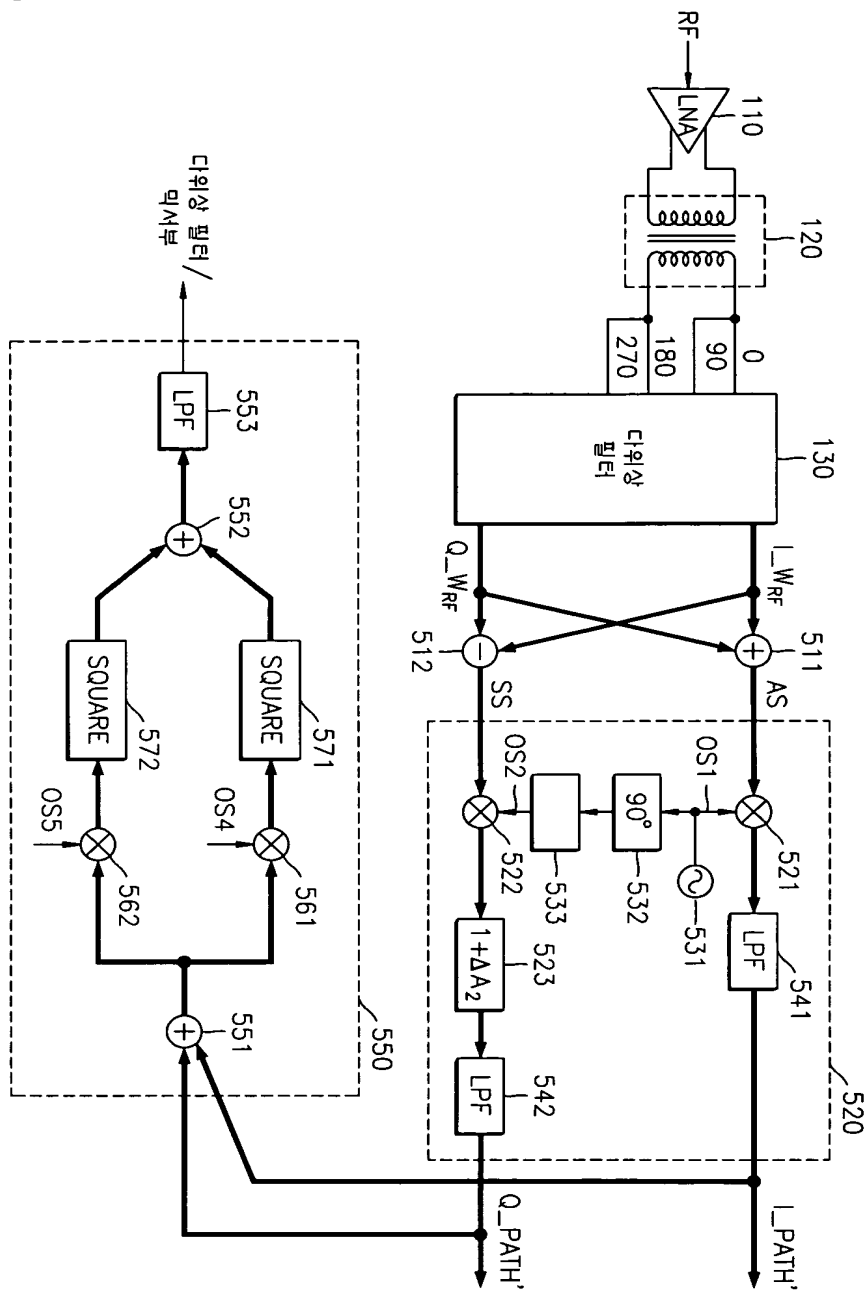
【도 3】



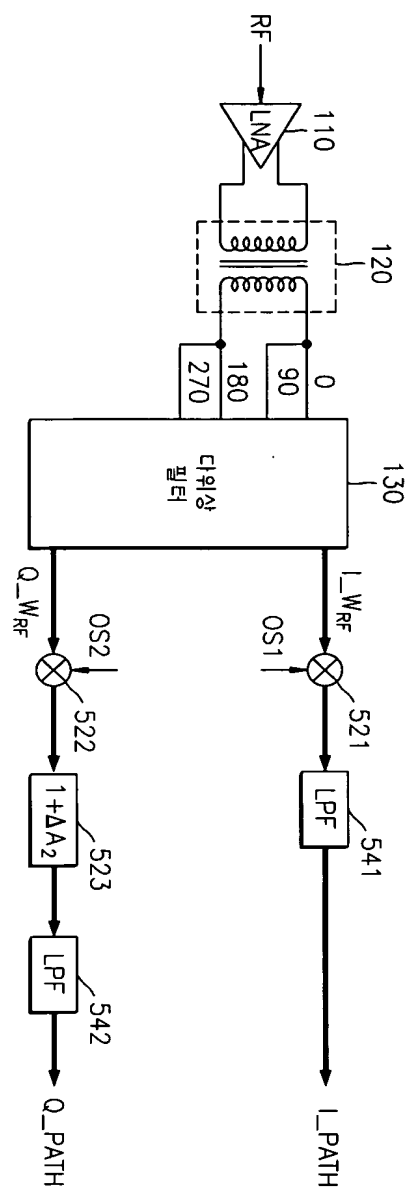
【도 4】



【도 5】



【화 6】



【도 7】

